

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 20 April 2000 (20.04.00)	
International application No. PCT/EP99/06309	Applicant's or agent's file reference GR 98P2433P
International filing date (day/month/year) 27 August 1999 (27.08.99)	Priority date (day/month/year) 28 August 1998 (28.08.98)
Applicant EICHINGER, Josef et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

28 March 2000 (28.03.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was

☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer C. Villet Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

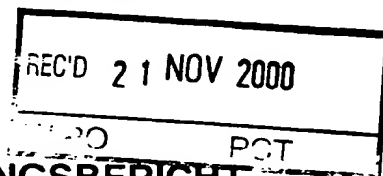
T4

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>GR 98 P 2433 P</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/EP99/06309</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>27/08/1999</b>	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>28/08/1998</b>
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK <b>H04L1/00</b>		
Anmelder <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.</b>		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.

2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 7 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 17 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I    ☒ Grundlage des Berichts
- II   ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV   ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V    ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI   ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  <b>28/03/2000</b>	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  <b>17.11.2000</b>
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter:  <b>Chêne, X</b>  Tel. Nr. +49 89 2399 8266



I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

**Beschreibung, Seiten:**

9,11,13-18	ursprüngliche Fassung			
1-8,10,12	eingegangen am	19/09/2000	mit Schreiben vom	15/09/2000

**Patentansprüche, Nr.:**

1-17	eingegangen am	19/09/2000	mit Schreiben vom	15/09/2000
------	----------------	------------	-------------------	------------

**Zeichnungen, Blätter:**

1/4,2/4,4/4	ursprüngliche Fassung			
3/4	eingegangen am	19/09/2000	mit Schreiben vom	15/09/2000

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen Behörde in der Sprache: , zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, dass das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

- ☐ Die Erklärung, dass die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-17
	Nein: Ansprüche	.
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	
	Nein: Ansprüche	1-17
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-17
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

**VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:  
**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt V**

**Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Es wird auf die folgenden im internationalen Recherchenbericht zitierten Dokumente verwiesen:  
D1: GB-A-2 303 769 (NIPPON ELECTRIC CO), 26. Februar 1997 (1997-02-26),  
D2: EP-A-0 731 577 (PHILIPS COMM ENTREPRISE ;PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)), 11. September 1996 (1996-09-11),  
**D3: WO 97 03403 A (HONKASALO ZHICHUN ;NOKIA MOBILE PHONES LTD (FI); NOKIA TELECOMMUNI), 30. Januar 1997 (1997-01-30),**  
D4: WO 96 04718 A (QUALCOMM INC), 15. Februar 1996 (1996-02-15),  
D5: WO 93 00751 A (MICROCOM SYSTEMS INC), 7. Januar 1993 (1993-01-07).
2. **Der Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit** im Sinne des Artikels 33(3) PCT aus den folgenden Gründen:

So offenbart Dokument D3 nach den wichtigsten Merkmalen des Anspruchs 1 eine Vorrichtung zur Einstellung der Sendeleistung für die Übertragung digitaler Information über einen Übertragungskanal mit einer Steuereinrichtung zur Anhebung oder Absenkung der Sendeleistung (Seite 13, Zeile 9 - Seite 14, Zeile 29 ; Seite 15, Zeilen 3-8 ) und einem Qualitätsmesser zur Übermittlung einer Übertragungsqualität des Übertragungskanals (siehe unten), wobei die Steuereinrichtung die Sendeleistung zur Übertragung digitaler Information in Abhängigkeit von [...] der von dem Qualitätsmesser ermittelten Übertragungsqualität und einer Übertragungsqualität einstellt (siehe unten), die für eine zur Übertragung der digitalen Information verwendete Übertragungsdatenrate mit einer bestimmten maximal zulässigen Fehlerrate erforderlich ist (Seite 4, Zeilen 10-15).

Das Dokument D3, das GSM Netze betrifft (Seite 2, Zeilen 24), weist darauf hin, daß-Leistungsregelungsalgorithmen von zellularen Funknetzwerken auch

verwendet werden (Seite 15, Zeilen 3-8: "*Standard Power Adjustments Algorithms*"). Im GSM-Netz wird die Sendeleistung einer Basisstation wie folgt geregelt.

Die Mobilstation mißt die Übertragungsqualität des Kanals. Diese Übertragungsqualität wird dann zur Basisstation übertragen. Die Basisstation stellt dann ihre Sendeleistung nach verschiedenen Kriterien und insbesondere nach einer zulässigen Bitfehlerrate ein.

Mit anderen Worten, die Mobilstation hat einen "*Qualitätsmesser zur Übermittlung einer Übertragungsqualität des Übertragungskanals, wobei die Steuereinrichtung [der Basisstation] die Sendeleistung zur Übertragung digitaler Information in Abhängigkeit von [...] der von dem Qualitätsmesser ermittelten Übertragungsqualität und einer Übertragungsqualität einstellt*".

Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich dadurch, daß die Steuereinrichtung die Sendeleistung zur Übertragung digitaler Information in Abhängigkeit von einer Differenz zwischen der von dem Qualitätsmesser ermittelten Übertragungsqualität und einer Soll-Übertragungsqualität einstellt.

Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, wie die Steuereinrichtung mit der Übertragungsqualität des Kanals die nötige Sendeleistung berechnet.

Für den Fachmann ist es naheliegend, diese Übertragungsqualität mit einem bestimmten Wert zu vergleichen, insbesondere eine Differenz zu berechnen und nach der Differenz eine entsprechende Sendeleistung zu bestimmen.

Der Fachmann würde daher mit Kenntnis der Offenbarung von Dokument D3 unter Einsatz dieses Allgemeinwissens zu einer Vorrichtung gemäß Anspruch 1 ohne eine erfinderische Tätigkeit kommen.

3. **Der Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 6 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit** im Sinne des Artikels 33(3) PCT aus den folgenden Gründen:

~~Da der Anspruch 6 die Methode beschreibt, die in der Vorrichtung vom Anspruch~~

1 verwendet wird, bringt der Anspruch 6 im Vergleich zu Anspruch 1, der selbst nicht erfinderisch ist, keine zusätzlichen erfinderischen Merkmale.

4. **Der Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 17 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit** im Sinne des Artikels 33(3) PCT aus den folgenden Gründen:

Der Anspruch 17 beschreibt zusätzlich zu Anspruch 6 die Verwendung des Signal-Stör-Abstands als Maß für die Übertragungsqualität. Jedoch ist der Signal-Stör-Abstand ein bekanntes Maß für die Übertragungsqualität, so daß dies keinen erfinderischen Beitrag darstellt.

5. **Der Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2-5 und 7-16 beruht nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit** im Sinne von Artikel 33(3)PCT.

Die zusätzlichen Merkmale dieser abhängigen Ansprüche betreffen lediglich Ausführungsmerkmalen, die in Rahmen fachmännischen Handelns liegen, oder die schon aus den Dokumenten D1-D5 bekannt sind. Insbesondere:

- i) In den Ansprüchen 2, 8 und 11 ist die Bestimmung der Übertragungsdatenrate in Abhängigkeit von der Übertragungsqualität aus Dokumenten D1 (Seite 7, Zeilen 7-12) und D2 (Seite 3, Zeilen 47-51) schon bekannt.
- ii) Im Anspruch 3 ist die Bestimmung der maximalen Übertragungsdatenrate anhand der Fehlerrate aus Dokumenten D1 (Zusammenfassung, Zeilen 4-6) und D2 (Seite 3, Zeilen 47-51) schon bekannt.
- iii) Im Anspruch 4 ist die Verwendung von angeforderten Übertragungsdatenraten und anderen Erfordernissen aus Dokument D2 (Seite 3, Zeilen 30-40) schon bekannt.
- iv) In den Ansprüchen 5, 9 und 15 gehören die verschiedenen Elemente des Senders und des Empfängers sowie ihre Anordnung und die Beziehung zwischen-Symbolen und Signalwerten zum Allgemeinwissen der Technik.

- v) Im Anspruch 7 ist die Bestimmung der Übertragungsdatenrate in Abhängigkeit von der ermittelten Übertragungsqualität und dem Modulationsverfahren aus Dokument D3 (Seiten 13-14) schon bekannt.
- vi) Im Anspruch 10 ist das zusätzliche Merkmal aus dem GSM-Standard schon bekannt (Sendeleistungsregelung der Basisstation)
- vii) Im Anspruch 12 ist die Beziehung zwischen einerseits Übertragungsdatenrate und andererseits Codierverfahren und Mappingverfahren aus Dokument D3 (Seite 13, Zeilen 9-22) schon bekannt.
- viii) Im Anspruch 16 ist der Signal-Stör-Abstand ein schon bekanntes Maß für die Übertragungsqualität (siehe z. B. Dokument D2, Seite 2, Zeilen 9-15).

### **Zu Punkt VIII**

#### **Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung**

Die abhängigen Ansprüche 3, 7, 10, 11, 14 und 15 sind nicht klar definiert nach Artikel 6 PCT für die folgenden Gründe:

- i) Die Ansprüche 11, beziehungsweise 14 und 15 definieren Merkmale, die schon in Ansprüchen 8, beziehungsweise 6 und 9, von denen sie abhängen, mit den gleichen Wörtern enthalten sind, so daß diese Merkmale zweimal definiert werden.
- ii) Im Anspruch 3 ist "*die Bestimmungseinrichtung (29)*" nicht vorher definiert, so daß die Benutzung des bestimmten Artikels nicht geeignet ist.
- iii) Im Anspruch 7 ist "*das Modulationsverfahren (28)*" nicht vorher definiert, so daß die Benutzung des bestimmten Artikels nicht geeignet ist.
- iv) Im Anspruch 10 scheinen Zeilen 14-20 irrtümlicherweise zu sein und werden daher nicht betrachtet.



## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Anpassung einer Sendeleistung an die Übertragungsqualität eines Übertragungskanals

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anpassung einer Sendeleistung an die Übertragungsqualität eines Übertragungskanals.

10

Der Bedarf an digitalen Übertragungssystemen ist in den letzten Jahrzehnten sprunghaft angestiegen. Digitale Übertragungssysteme werden allgemein in die in Fig. 1 gezeigten Funktionseinheiten gegliedert. Eine Nachrichtenquelle 1 erzeugt Information, die von einem Sender über einen Übertragungskanal 4 zu einem Empfänger übertragen wird. Die Eigenschaften der zu übertragenden Information hängen von der Nachrichtenquelle ab. Zu übertragende Nachrichten können zum Beispiel ein Audiosignal oder ein Videosignal sein. Dabei übertragen analoge Übertragungssysteme analoge Signale, die von analogen Nachrichtenquellen erzeugt wurden, direkt über den Übertragungskanal unter Verwendung herkömmlicher analoger Modulationsverfahren. Solche Modulationsverfahren sind z.B. die Amplitudenmodulation, die Frequenzmodulation oder die Phasenmodulation. In digitalen Übertragungssystemen wird die zu übertragende Information in eine Folge binärer Ziffern umgewandelt. Um die Kapazität des Kanals möglichst gut ausnutzen zu können, sollte die zu übertragende Nachricht mit so wenig binären Ziffern wie nötig dargestellt werden. Zu diesem Zweck wird ein Quellencodierer verwendet, der die Aufgabe hat, die zu übertragenden Nachrichten in Folgen von Signalwerten umzusetzen und zu codieren, so dass sie der Kanal übertragen kann. Dabei versucht der Quellencodierer die zu übertragenden Nachrichten möglichst effizient in binäre Ziffern umzuwandeln.

35

## 2

Die Folge der von dem Quellencodierer erzeugten binären Ziffern wird von dem Kanal zu dem Empfänger übertragen. Ein solcher tatsächlicher Kanal kann beispielsweise aus einer Leitungsverbindung, einem Koaxialkabel, einem Lichtwellenleiter (LWL), einer Funkverbindung, einem Satellitenkanal oder einer Kombination dieser Übertragungsmedien bestehen. Solche Kanäle können nicht direkt die Folge binärer Ziffern von dem Sender übertragen. Dazu muss die Folge digitaler Information in Signalwerte umgesetzt werden, die den Eigenschaften des Kanals entsprechen. Eine solche Einrichtung wird digitaler Modulator genannt. Ein solcher Modulator ist Teil des Kanalcodierers 3, der zusätzlich einen diskreten Kanalcodierer umfasst, um die zu übertragende Information mit einem dem Kanal angepassten Fehlerschutz zu versehen.

Von dem Übertragungskanal 4 wird nicht vorausgesetzt, dass er fehlerfrei arbeitet, sondern es wird angenommen, dass eine Störungsquelle 5 mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit die übertragenen Signale während der Übertragung verändert.

Solche Störungen können beispielsweise ein Übersprechen von Signalen sein, die auf benachbarten Kanälen übertragen werden. Die Störungen können ebenso durch thermisches Rauschen hervorgerufen werden, das in den elektronischen Schaltungen, wie z.B. Verstärkern und Filtern, erzeugt wird, die in dem Sender und dem Empfänger verwendet werden. Bei Leitungsverbindungen können Störungen zusätzlich durch Umschaltungen verursacht werden und bei Funk- oder Satellitenverbindungen durch Wettereinflüsse, wie beispielsweise Gewitter, Hagel oder Schnee. Solche Einflüsse verändern das übertragene Signal und verursachen Fehler in der empfangenen digitalen Signalfolge.

Um trotzdem eine relativ zuverlässige Übertragung zu gewährleisten, erhöht der Kanalcodierer die Redundanz der zu übertragenden-(binären)-Sequenz.-Mit Hilfe dieser vom Sender hinzugefügten Redundanz wird der Empfänger bei der Decodierung

der informationstragenden Signalfolge unterstützt. Zu diesem Zweck wird beispielsweise vom Kanalcodierer eine bestimmte Anzahl von Signalen zu Blöcken zusammengefasst und eine Anzahl von Kontrollsignalen (im einfachsten Fall ein Paritätsbit) hinzugefügt. Auf diese Weise werden immer gleichzeitig k-Informationsbit codiert, wobei jede k-Bit-Sequenz einer eindeutigen n-Bit-Sequenz, dem sogenannten Codewort, zugeordnet wird. Die auf diese Weise hinzugefügte Redundanz lässt sich durch das Verhältnis  $n/k$  angeben. Dies entspricht ebenso der Kanalbandbreite, die entsprechend erhöht werden muss, um die um die hinzugefügte Redundanz erweiterte Informationssequenz zu übertragen.

Alternativ kann eine erhöhte Zuverlässigkeit gegenüber Kanalstörungen, z.B. auch durch eine Erhöhung der Sendeleistung erreicht werden. Da die Erhöhung der Sendeleistung jedoch relativ teuer ist, wird in der Regel, bei verfügbarer Bandbreite, die Zuverlässigkeit durch die Erhöhung der erforderlichen Kanalbandbreite erzielt.

WO 97/03403 beschreibt die Datenübertragung mit variabler Datenrate in einem zellularen Funksystem. Bevor Daten über einen Übertragungskanal übertragen werden, durchlaufen sie in der Regel zwei Codierungsstufen, nämlich eine Sprach-Codierung und eine Kanalcodierung. Die Sprach-Codierung vermindert die Datenmenge, die zur Übertragung einer bestimmten Information erforderlich ist. Die Kanalcodierung fügt den so codierten Daten weitere Daten hinzu, um auch bei einem gestörten Kanal eine sichere Übertragung zu gewährleisten. Effektive Sprach-Codierverfahren liefern in Abhängigkeit von der zu codierenden Information einen Datenstrom mit variabler Datenrate. Eine solche Einsparung von Daten ist im Mobilfunk in der Regel nicht direkt für andere Datenübertragungen nutzbar. Die durch die effektive Sprach-Codierung eingesparten Daten werden deshalb verwendet, um die Sendeleistung des Senders zu vermindern.

Bei der Übertragung von immer einem Bit mit der Datenrate  $R$  bit/s ordnet der Modulator der binären Ziffer 0 einen Signalverlauf bzw. einen Signalwert (im folgenden nur als Signalwert bezeichnet)  $s_1(t)$  zu und der binären Ziffer 1 einen  
5 Signalwert  $s_2(t)$ . Diese Übertragung jedes einzelnen Bits durch den Kanalcodierer wird binäre Modulation genannt. Alternativ kann der Modulator  $k$  Informationsbit gleichzeitig unter Verwendung von  $M = 2^k$  unterschiedlichen Signalwerten  $s_i(t)$  mit  $i = 1, 2, \dots, M$  übertragen, wobei jeder der  $2^k$  möglichen  
10  $k$ -Bit-Sequenzen einem Signalwert zugeordnet wird.

Auf der Empfängerseite eines digitalen Übertragungssystems verarbeitet der digitale Demodulator den im Kanal (ev. verändert) übertragenen Signalwert und ordnet jedem Signalwert eine  
15 einzelne Zahl zu, die eine Schätzung des übertragenen Datensymbols (z.B. binär) darstellt.

Nach Empfang eines Signals im Empfänger muss der Demodulator entscheiden, welcher der  $M$  möglichen Signalwerte gesendet  
20 wurde. Diese Entscheidung wird in einem Entscheider (Slicer) durchgeführt, wobei die Entscheidung mit minimaler Fehlerwahrscheinlichkeit getroffen werden sollte. Dieser Entscheider ordnet einen (meist aufbereiteten) Empfangswert einem der  $M$  möglichen Symbolwerte zu.

25 Wenn beispielsweise eine binäre Modulation verwendet wird, muss der Demodulator bei der Verarbeitung jedes empfangenen Signals entscheiden, ob es sich bei dem übertragenen Bit um eine Null oder eine Eins handelt. In diesem Fall führt der  
30 Demodulator eine binäre Entscheidung aus. Alternativ kann der Demodulator auch eine ternäre Entscheidung ausführen, wobei sich der Demodulator für "Null", "Eins" oder "keine Entscheidung" in Abhängigkeit von der Qualität des empfangenen Signals entscheidet.

35

Der Entscheidungsprozeß eines Demodulators kann als Quantisierung angesehen werden, bei der binäre und ternäre Ent-

scheidungen Spezialfälle einer Demodulation sind, die Q-Pegel quantisiert, wobei  $Q \geq 2$  ist. Im allgemeinen verwenden digitale Kommunikationssysteme eine höhenwertige Modulation, wobei  $m = 0, 1 \dots M-1$  die M-möglichen übertragenen Symbole darstellt.

Wenn die übertragene Information keine Redundanz enthält, muss der Demodulator in jedem vorgegebenen Zeitintervall entscheiden, welcher der M-Signalwerte übertragen wurde. Enthält die übertragene Information dagegen Redundanz, so rekonstruiert der Demodulator die ursprüngliche Informationssequenz aufgrund des vom Kanalcodierer verwendeten Codes und der Redundanz der empfangenen Daten. Je nach den von den Anwendungen bestimmten Anforderungen erzeugt der Kanalcodierer Signalblöcke, die es dem Kanal-Decodierer ermöglichen, entweder nur festzustellen, ob bestimmte Störungen aufgetreten sind (fehlererkennende Codierung) oder sogar durch Störungen verursachte Fehler (bis zu einer bestimmten Maximalzahl pro Signalblock) automatisch zu korrigieren (fehlerkorrigierende Codierung).

Ein Maß für die Zuverlässigkeit - d.h. die Qualität der Übertragung -, mit der vom Sender zum Empfänger Nachrichten übertragen werden, stellt die Fehlerrate dar. Die Fehlerrate gibt an, mit welcher durchschnittlichen Wahrscheinlichkeit ein Bitfehler am Ausgang des Decoders auftritt. Die Bitfehlerrate (Bit Error Rate) gibt die Anzahl der am Empfänger auftretenden Fehlerbits geteilt durch die Gesamtzahl der empfangenen Bits pro Zeiteinheit an. Die Bitfehlerrate (oder Symbolfehlerrate wenn die Fehlerhäufigkeit von Symbolen beurteilt wird) ist das wichtigste Qualitätskriterium eines digitalen Übertragungssystems. Im allgemeinen hängt die Fehlerwahrscheinlichkeit von den Codeeigenschaften, der Art der zur Übertragung der Information über den Kanal verwendeten Signale, der Sendeleistung, den Eigenschaften des Kanals, d.h., der Stärke des Rauschens, der Art der Störungen, usw., und dem Demodulations- und Decodierungsverfahren ab. Die Bedeu-

tung der Bitfehlerrate für digitale Übertragungssysteme entspricht der des Signal-Rausch-Verhältnisses (SNR) analoger Übertragungssysteme.

- 5 Die Fehlerraten, mit denen Symbole am Ausgang des Demodulators bzw. Bits am Ausgang des Decoders auftreten, sind von den Eigenschaften des Übertragungsmediums, d.h. des Übertragungskanals, vom gewählten Modulations- und Codierschema und von der mittleren Leistung des Sendesignals abhängig. Zur Anpassung einer Übertragungsdatenrate an einen Übertragungskanal werden herkömmlicher Weise die Übertragungseigenschaften des Übertragungskanals durch Übermittlung einer dem Empfänger bekannten Bit- bzw. Symbolsequenz festgestellt. Durch einen Soll-Ist-Vergleich lässt sich im Empfänger die Fehlerrate des Kanals ermitteln. Auf diese Weise kann die Güte der aktuellen Datenübertragung festgestellt werden. Nachteilig an diesem Verfahren ist jedoch, dass ausschließlich die Vermessung einer möglichen Kombination von Sendeleistung, Codier- und Modulationsverfahren ausgemessen werden kann. Damit nicht für jede mögliche Datenrate bzw. Sendeleistung eine eigene Messung durchgeführt werden muss, werden zum Auffinden einer optimalen Übertragungsdatenrate bzw. Sendeleistung in der Regel iterative Verfahren eingesetzt.
- 25 GB-A-2303769 beschreibt eine Kommunikationsausrüstung, die in der Lage ist, die Übertragungsdatenrate einzustellen. Zunächst wird in Abhängigkeit von der gemessenen elektrischen Feldstärke eine Übertragungsdatenrate ausgewählt. Diese Übertragungsdatenrate wird anschließend zusätzlich in Abhängigkeit von einer gemessenen Bit-Fehlerrate weiter variiert, nämlich bei einer hohen Fehlerrate vermindert und bei einer niedrigen Fehlerrate erhöht. Die Bit-Fehlerratenmessung dient als Grundlage für eine Feineinstellung der Übertragungsdatenrate.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zur Anpassung der Sendeleistung an den Übertragungskanal anzugeben.

- 5 Diese Aufgabe wird für eine Vorrichtung mit der technischen Lehre des Patentanspruchs 1 und für ein Verfahren mit der technischen Lehre des Patentanspruchs 6 gelöst.

10 Erfindungsgemäß wird eine Sendeleistung in Abhängigkeit von der gemessenen Übertragungsqualität des Übertragungskanals eingestellt. Mit der Ausmessung der Übertragungsqualität, insbesondere durch eine empfängerseitige Bestimmung eines Signal-Stör-Abstandes basierend auf den empfangenen Signalen, kann die Sendeleistung in Abhängigkeit von der verwendeten  
15 Übertragungsdatenrate minimiert werden.

Auf diese Weise kann unabhängig von einem gewählten Codierverfahren die Übertragungssequenz aus Modulator-Übertragungskanal-Demodulator "Online" (d.h. während der Datenübertragung) ausgemessen werden und die Sendeleistung in  
20 Abhängigkeit von der erforderlichen Datenübertragungsrate so eingestellt werden, dass eine vorgegebene Bit- bzw. Symbolfehlerrate gewährleistet wird. Die Messung der Übertragungsqualität ist die Voraussetzung, um für eine festgelegte Übertragungsdatenrate die minimale Sendeleistung so festzulegen,  
25 dass eine maximal tolerierbare Fehlerrate nicht überschritten wird.

Die Leistung des Senders kann an die erforderliche Übertragungsqualität angepasst werden, indem in Abhängigkeit von einer Differenz zwischen gemessenem Signal-Stör-Abstand und erforderlichem Signal-Stör-Abstand die Sendeleistung angehoben bzw. abgesenkt wird. Auf diese Weise kann die Sendeleistung basierend auf einer Messung des Signal-Stör-Abstandes optimal, d.h. geringstmögliche Sendeleistung bei gleichzeitiger  
35 Gewährleistung der Qualitätsanforderungen und Einhaltung der geforderten Übertragungsrate an das gewählte Übertragungsver-

fahren und den existierenden Übertragungskanal angepasst werden, d.h. minimiert werden. Die Stör-Emissionen werden so minimiert und gleichzeitig wird die Übertragungskapazität benachbarter Systeme, die auf dem gleichen Frequenzband arbeiten, erhöht.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 den allgemeinen Aufbau eines Nachrichtenübertragungssystems,

Fig. 2 den Aufbau eines erfindungsgemäßen Übertragungssystems zur Anpassung der Datenrate und des Modulationsverfahrens an das Übertragungsmedium durch empfängerseitige Signal-Stör-Abstandsmessung,

Fig. 3 den Aufbau eines erfindungsgemäßen Übertragungssystems zur Anpassung der Übertragungsdatenrate, des Modulationsverfahrens und der Sendeleistung an das Übertragungsmedium durch empfängerseitige Signal-Stör-Abstandsmessung und

Fig. 4 ein Diagramm zur Veranschaulichung der "Power-Control" zur Einstellung einer Sendeleistung in Abhängigkeit von einer gemessenen und einer verwendeten Übertragungsqualität.

Bei der digitalen Informationsübertragung werden Informationen zwischen einer Nachrichtenquelle (Sender) und einem Empfänger über ein Übertragungsmedium übertragen. Eine solche Vorrichtung, die sich zwischen dem Sender und dem Empfänger befindet, wird im allgemeinen als Kanal bezeichnet.

Für die Übertragung werden die zu übertragenden Daten in



10

die ihrerseits durch einen Modulator 17 umkehrbar eindeutig auf einen Signalverlauf bzw. Signalwerte 18 abgebildet wird. Die Signalwerte 18 werden über den Übertragungskanal 11 zum Empfänger 12 übertragen.

5

Der Kanal-Decodierer 20 des Empfängers 12, der die empfangenen Signalwerte 19 in eine digitale Information 25 umsetzt, enthält als wesentliche Komponente einen Demodulator 55, einen Symbol/Bit-Umsetzer 24 und einen digitalen Kanal-

10 Decodierer 52. Im Demodulator werden die empfangenen Signalwerte 19 zunächst von einer analogen und optionalen digitalen Signalverarbeitungs-Einheit, die z.B. einen Empfangsverstärker, eine A/D-Umsetzung und einen Entzerrer beinhalten könnte, aufbereitet. Die so aufbereiteten Signalwert 21 werden  
15 anschließend einem Entscheider bzw. Slicer 22 zugeführt, der jeden empfangenen Signalwert 21 ein Symbol 23 zuordnet.

Der Symbol/Bit-Umsetzer 24 des Kanal-Decodierers 20 ordnete jedem detektierten Symbol bzw. jeder detektierten Symbolsequenz 23 gemäß dem gewählten Mapping-Verfahren eine codierte, digitale Information bzw. eine codierte Bitsequenz 53 zu, aus  
20 der mit Hilfe des digitalen Kanal-Decodierers 52 gemäß dem gewählten Codier-Verfahren die digitale Information bzw. der Bitstrom 25 abgeleitet wird.

25

Der Entscheider (Slicer) 22 ist ein grundsätzlicher Bestandteil jedes Demodulators. Ein solcher Entscheider ordnet einem in der Regel aufbereiteten Empfangswert das Symbol bzw. die Symbole zu, die am wahrscheinlichsten gesendet wurde. Da die  
30 Menge der Eingangswerte des Entscheiders aufgrund von Störungen oder Verzerrungen des Übertragungskanals in der Regel nicht den "gültigen" Signalwerten des Senders entspricht, d.h. den Signalwerten, die den zu sendenden Symbolen zugeordnet werden, kann aus dem Eingangssignal 21 und

Mit einem solchen Verfahren wird vermieden, dass dem Empfänger eine bestimmte Sendefolge bekannt sein muss, wie es bei anderen herkömmlichen Verfahren notwendig ist. Zudem erfolgt die Ermittlung der Fehlerrate parallel zur Auswertung der übertragenen Symbole, also "online". Für die fortlaufende Messung der Übertragungsqualität ist daher eine periodische Ein-  
5 streuung einer Meßsequenz in den zu übertragenden Datenstrom nicht mehr erforderlich. Auf diese Weise kann eine Reduktion der Nettodatenrate des Übertragungskanals vermieden werden.

10 Zur Gewährleistung einer großen statistischen Sicherheit muss ein herkömmliches Verfahren, das eine dem Sender und Empfänger bekannte Testsequenz verwendet, eine große Anzahl von Fehlern erfassen, in der Regel einige Hundert. Für die im  
15 allgemeinen geforderten, sehr niedrigen Bitfehlerraten von beispielsweise  $10^{-9}$  benötigen die herkömmlichen Verfahren sehr lange Meßzeiten, um eine entsprechende Anzahl von Fehlern zu detektieren. Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt dagegen die Auswertung des gemessenen Signal-Stör-Abstandes  
20 während der laufenden Übertragung zugrunde. Da für die Auswertung der mittleren Leistungen jedoch nur wesentlich kürzere Meßzeiten erforderlich sind als für die vergleichbare Auswertung des Symbol- bzw. Bitstromes lässt sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sehr viel schneller die Übertragungs-  
25 qualität bestimmen.

Zwischen dem Signal-Stör-Abstand 28 und einer Symbolfehlerrate bzw. Bitfehlerrate besteht in Abhängigkeit von dem gewählten Codier- und Mapping-Verfahren immer ein eindeutiger funktionaler Zusammenhang. Der Signal-Stör-Abstand qualifiziert  
30 damit unabhängig vom gewählten Codier- bzw. Mapping-Verfahren die Übertragungseigenschaften des Kanals und des momentan gewählten Modulations- bzw. Demodulations-Verfahrens. Über eine

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Einstellung der Sendeleistung für die Übertragung digitaler Information (13) über einen Übertragungskanal (11) mit einer Steuereinrichtung (43) zur Anhebung oder Absenkung der Sendeleistung und einem Qualitätsmesser (27) zur Übermittlung einer Übertragungsqualität (28) des Übertragungskanals (11)
- 5
- 10 dadurch gekennzeichnet, dass
- die Steuereinrichtung (43) die Sendeleistung zur Übertragung digitaler Information in Abhängigkeit von einer Differenz zwischen der von dem Qualitätsmesser (27) ermittelten Übertragungsqualität (46) und einer Übertragungsqualität (47) einstellt, die für eine zur Übertragung der digitalen Information (13) verwendete Übertragungsdatenrate (34) mit einer bestimmten maximal zulässigen Fehlerrate erforderlich ist.
- 15
- 20
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Bestimmungseinrichtung (29) zur Bestimmung einer maximalen Übertragungsdatenrate des Übertragungskanals (11) in Abhängigkeit von der ermittelten Übertragungsqualität (28).
- 25
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Verbindung, mit der der Bestimmungseinrichtung (29) zur Ermittlung der maximalen Übertragungsdatenrate (30) eine vorbestimmte maximal zulässige Fehlerrate zugeführt wird.
- 30
4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, gekennzeichnet durch eine Auswahleinrichtung (33) zur Auswahl einer Übertragungsdatenrate (34) in Abhängigkeit von der von der Bestimmungseinrichtung (29) ermittelten maximalen
- 35

20

Übertragungsdatenrate (30) und in Abhängigkeit von einer bestimmten angeforderten Übertragungsdatenrate (32).

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
5 gekennzeichnet durch

einen Sender (10) zur Übertragung der digitalen Information (13) über den Übertragungskanal (11) mit:

- 10 einer digitalen Kanal-Codiereinrichtung (50) zur Codierung der digitalen Information,

einem Bit/Symbol-Umsetzer (15) zur Darstellung der digitalen Information (13) in Form von Symbolen (16) und

15

einem Modulator (17) zur Abbildung der Symbole (16) auf Signalwerte (18) zur Übertragung über den Übertragungskanal (11),

- 20 und einen Empfänger (12) mit:

einem Demodulator (55) zur Umwandlung empfangener Signalwerte (19) in detektierte Symbole (23),

- 25 einem Symbol/Bit-Umsetzer (24) zur Umsetzung des empfangenen Symbolstroms (23) in einen codierten Bitstrom (53) und

eine Decodiereinrichtung (24) zur Darstellung der detektierten Symbole (23) als detektierte digitale

- 30 Information (25).

6. Verfahren zur Einstellung einer Sendeleistung für die Übertragung digitaler Information (13) über einen

~~Übertragungskanal (11), bei dem die Übertragungsqualität~~

- 35 gemessen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass

eine Anhebung oder Absenkung der Sendeleistung zur  
5 Übertragung digitaler Information in Abhängigkeit von einer  
Differenz zwischen der ermittelten Übertragungsqualität (46)  
und einer Übertragungsqualität (47) eingestellt wird, die für  
eine zur Übertragung der digitalen Information (13)  
verwendeten Übertragungsdatenrate (34) mit einer bestimmten  
10 maximal zulässigen Fehlerrate erforderlich ist.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass  
eine maximale  
Übertragungsdatenrate (30) des Übertragungskanal (11) in  
15 Abhängigkeit von der ermittelten Übertragungsqualität und dem  
verwendeten Modulationsverfahren (28) bestimmt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die  
maximale Übertragungsdatenrate (30) in Abhängigkeit von einer  
20 bestimmten maximal zulässigen Fehlerrate (61) bestimmt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch  
gekennzeichnet, dass zur Übertragung der digitalen  
Information (13) die folgenden Schritte ausgeführt werden:

25 Darstellen der digitalen Information (13) in Form von  
Symbolen (16),

Abbilden der Symbole (16) auf Signalwerte (18),

30 Übertragen der Signalwerte (18) über den Übertragungskanal  
(11),

~~Empfangen der übertragenen Signalwerte (21),~~

35

Detektieren der empfangenen Signalwerte (21) und

Abbilden der detektierten Signalwerte auf detektierte Symbole (23) und

5

Umwandeln der detektierten Symbole (23) in eine detektierte digitale Information (25).

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass als Maß für die Übertragungsqualität (28) ein Signal-Stör-Abstand basierend auf empfängerseitig empfangenen Signalwerten bestimmt wird.

15 Ermittlung der Übertragungsqualität (28) des Übertragungskanals (11) und

Bestimmung einer maximalen Übertragungsdatenrate (30) des Übertragungskanals (11) in Abhängigkeit von der ermittelten Übertragungsqualität und dem verwendeten Modulationsverfahren (28).

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Übertragungsdatenrate (32) zusätzlich in Abhängigkeit von einer bestimmten maximal zulässigen Fehler-rate (61) bestimmt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich eine Übertragungsdatenrate (34), ein Mappingalgorithmus und ein entsprechendes Codierverfahren in Abhängigkeit von der von der Bestimmungseinrichtung (29) ermittelten maximalen Übertragungsdatenrate (30) des Übertragungskanals (11) und in Abhängigkeit von einer angeforderten Übertragungsdatenrate (32) und maximal tolerierbaren Fehlerrate

(61) ausgewählt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,  
dadurch gekennzeichnet,

5 daß

die Übertragungsqualität (28) jeweils für verschiedene Modulationsverfahren ermittelt wird,

10 für jedes Modulationsverfahren eine maximal mögliche Datenrate (30) des Übertragungskanals (11) bestimmt wird und

das zu verwendende Modulationsverfahren in Abhängigkeit von der für jedes Modulationsverfahren ermittelten maximalen

15 Übertragungsdatenrate (30) ausgewählt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß eine Sendeleistung zur Übertragung der digitalen Informa-

20 tion (13) über den Übertragungskanal (11) in Abhängigkeit von

der Differenz zwischen der ermittelten Übertragungsqualität

(46) des Übertragungskanals (11) und der Übertragungsqualität

(47), die für die eingestellte Übertragungsdatenrate mit

einer bestimmten maximal zulässigen Fehlerrate erforderlich

25 ist, angehoben oder abgesenkt wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14,

dadurch gekennzeichnet,

daß zur Übertragung der digitalen Information (13) die

30 folgenden Schritte ausgeführt werden:

Darstellen der digitalen Information (13) in Form von Symbolen (16),

---

35 Abbilden der Symbole (16) auf Signalwerte (18),

Übertragung der Signalwerte (18) über den Übertragungskanal (11),

5 Empfangen der übertragenen Signalwerte (21),

Detektieren der empfangenen Signalwerte (21) und Abbilden der detektierten Signalwerte auf detektierte Symbole (23) und Umwandlung der detektierten Symbole (23) in eine detektierte  
10 digitale Information (25).

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß als Maß für die Übertragungsqualität (28) der Signal-  
15 Stör-Abstand bestimmt wird.

17. Verfahren zur Anpassung einer Sendeleistung für die Übertragung digitaler Information (13) über einem Übertragungskanal (11) an die Übertragungsqualität des Übertragungskanals  
20 (11) mit den folgenden Schritten:

Ermittlung des Signal-Stör-Abstands (46) des Übertragungskanals (11),

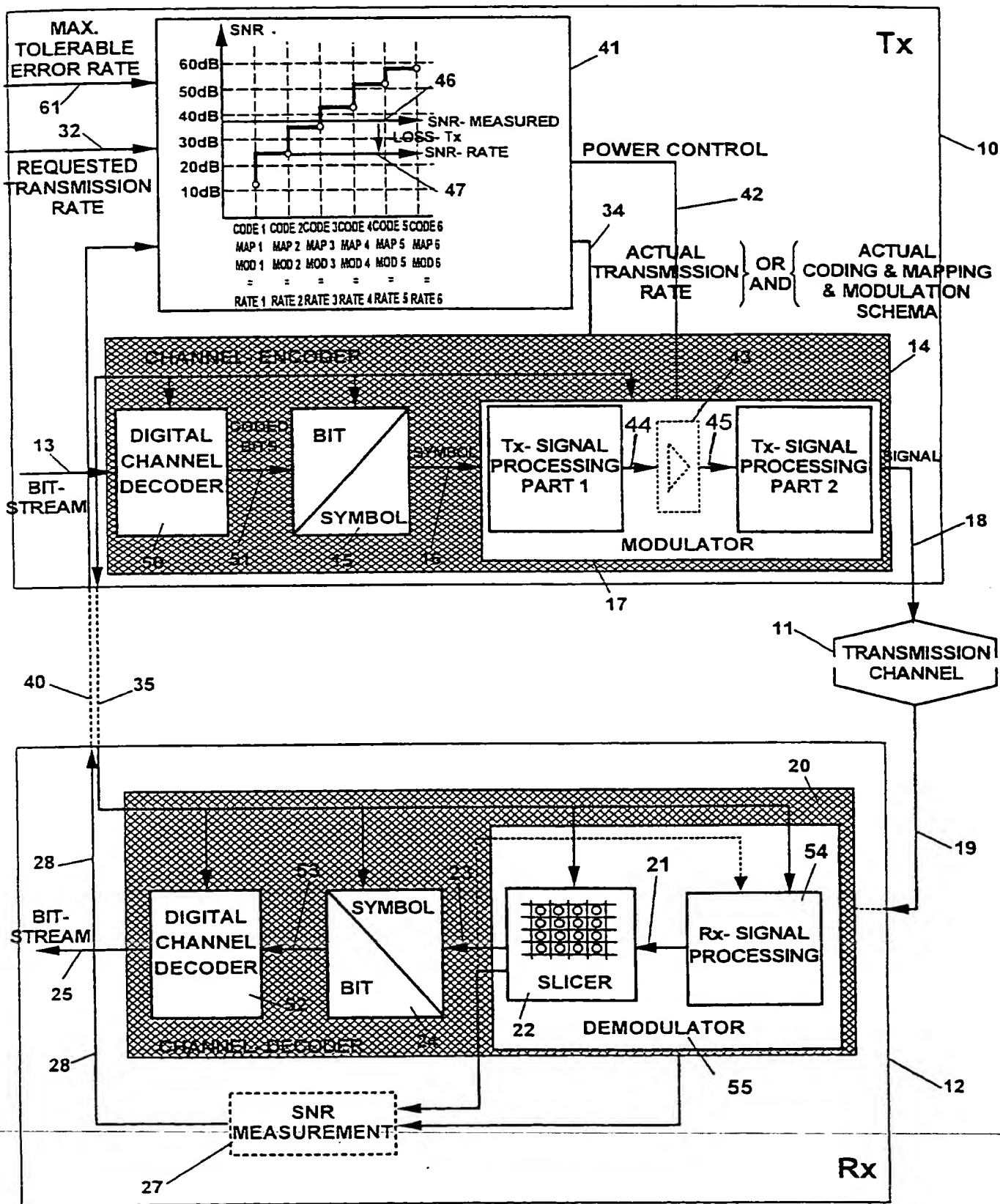
25 Anhebung oder Absenkung der Sendeleistung in Abhängigkeit von der Differenz zwischen dem ermittelten Signal-Stör-Abstand (46) des Übertragungskanals (11) und dem Signal-Stör-Abstand (47) der zur Übertragung der digitalen Information (13) verwendeten Übertragungsdatenrate (34).

30



3/4

Fig. 3



PTO/PCT Rec'd 28 FEB 1991  
1

## Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Anpassung einer Übertragungs-  
datenrate oder einer Sendeleistung an die Übertragungs-  
5 qualität eines Übertragungskanals

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anpassung einer  
Übertragungsdatenrate oder Sendeleistung an die Übertragungs-  
10 qualität eines Übertragungskanals.

Der Bedarf an digitalen Übertragungssystemen ist in den  
letzten Jahrzehnten sprunghaft angestiegen. Digitale Übertra-  
gungssysteme werden allgemein in die in Fig. 1 gezeigten  
15 Funktionseinheiten gegliedert. Eine Nachrichtenquelle 1  
erzeugt Information, die von einem Sender über einen Übertra-  
gungskanal 4 zu einem Empfänger übertragen wird. Die Eigen-  
schaften der zu übertragenden Information hängen von der  
Nachrichtenquelle ab. Zu übertragende Nachrichten können zum  
20 Beispiel ein Audiosignal oder ein Videosignal sein. Dabei  
übertragen analoge Übertragungssysteme analoge Signale, die  
von analogen Nachrichtenquellen erzeugt wurden, direkt über  
den Übertragungskanal unter Verwendung herkömmlicher analoger  
Modulationsverfahren. Solche Modulationsverfahren sind z.B.  
25 die Amplitudenmodulation, die Frequenzmodulation oder die  
Phasenmodulation. In digitalen Übertragungssystemen wird die  
zu übertragende Information in eine Folge binärer Ziffern  
umgewandelt. Um die Kapazität des Kanals möglichst gut  
ausnutzen zu können, sollte die zu übertragende Nachricht mit  
30 so wenig binären Ziffern wie nötig dargestellt werden. Zu  
diesem Zweck wird ein Quellencodierer verwendet, der die Auf-  
gabe hat, die zu übertragenden Nachrichten in Folgen von  
Signalwerten umzusetzen und zu codieren, so daß sie der Kanal  
übertragen kann. Dabei versucht der Quellencodierer die zu  
35 übertragenden Nachrichten möglichst effizient in binäre

Ziffern umzuwandeln.

Die Folge der von dem Quellencodierer erzeugten binären Ziffern wird von dem Kanal zu dem Empfänger übertragen. Ein  
5 solcher tatsächlicher Kanal kann beispielsweise aus einer Leitungsverbindung, einem Koaxialkabel, einem Lichtwellenleiter (LWL), einer Funkverbindung, einem Satellitenkanal oder einer Kombination dieser Übertragungsmedien bestehen. Solche Kanäle können nicht direkt die Folge binärer Ziffern von dem  
10 Sender übertragen. Dazu muß die Folge digitaler Information in Signalwerte umgesetzt werden, die den Eigenschaften des Kanals entsprechen. Eine solche Einrichtung wird digitaler Modulator genannt. Ein solcher Modulator ist Teil des Kanalcodierers 3, der zusätzlich einen diskreten Kanalcodierer umfaßt, um die zu übertragende Information mit einem dem  
15 Kanal angepaßten Fehlerschutz zu versehen.

Von dem Übertragungskanal 4 wird nicht vorausgesetzt, daß er fehlerfrei arbeitet, sondern es wird angenommen, daß eine  
20 Störungsquelle 5 mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit die übertragenen Signale während der Übertragung verändert.

Solche Störungen können beispielsweise ein Übersprechen von Signalen sein, die auf benachbarten Kanälen übertragen  
25 werden. Die Störungen können ebenso durch thermisches Rauschen hervorgerufen werden, das in den elektronischen Schaltungen, wie z.B. Verstärkern und Filtern, erzeugt wird, die in dem Sender und dem Empfänger verwendet werden. Bei Leitungsverbindungen können Störungen zusätzlich durch  
30 Umschaltungen verursacht werden und bei Funk- oder Satellitenverbindungen durch Wettereinflüsse, wie beispielsweise Gewitter, Hagel oder Schnee. Solche Einflüsse verändern das übertragene Signal und verursachen Fehler in der empfangenen digitalen Signalfolge.

Um trotzdem eine relativ zuverlässige Übertragung zu gewährleisten, erhöht der Kanalcodierer die Redundanz der zu übertragenden (binären) Sequenz. Mit Hilfe dieser vom Sender hinzugefügten Redundanz wird der Empfänger bei der DeCodierung der informationstragenden Signalfolge unterstützt. Zu diesem Zweck wird beispielsweise vom Kanalcodierer eine bestimmte Anzahl von Signalen zu Blöcken zusammengefaßt und eine Anzahl von Kontrollsignalen (im einfachsten Fall ein Paritätsbit) hinzugefügt. Auf diese Weise werden immer gleichzeitig k- Informationsbit codiert, wobei jede k-Bit-Sequenz einer eindeutigen n-Bit-Sequenz, dem sogenannten Codewort, zugeordnet wird. Die auf diese Weise hinzugefügte Redundanz läßt sich durch das Verhältnis  $n/k$  angeben. Dies entspricht ebenso der Kanalbandbreite, die entsprechend erhöht werden muß, um die um die hinzugefügte Redundanz erweiterte Informationssequenz zu übertragen.

Alternativ kann eine erhöhte Zuverlässigkeit gegenüber Kanalstörungen, z.B. auch durch eine Erhöhung der Sendeleistung erreicht werden. Da die Erhöhung der Sendeleistung jedoch relativ teuer ist, wird in der Regel, bei verfügbarer Bandbreite, die Zuverlässigkeit durch die Erhöhung der erforderlichen Kanalbandbreite erzielt.

Bei der Übertragung von immer einem Bit mit der Datenrate  $R$  bit/s ordnet der Modulator der binären Ziffer 0 einen Signalverlauf bzw. einen Signalwert (im folgenden nur als Signalwert bezeichnet)  $s_1(t)$  zu und der binären Ziffer 1 einen Signalwert  $s_2(t)$ . Diese Übertragung jedes einzelnen Bits durch den Kanalcodierer wird binäre Modulation genannt. Alternativ kann der Modulator  $k$  Informationsbit gleichzeitig unter Verwendung von  $M = 2^k$  unterschiedlichen Signalwerten  $s_i(t)$  mit  $i = 1, 2, \dots, M$  übertragen, wobei jeder der  $2^k$  möglichen k-Bit-Sequenzen einem Signalwert zugeordnet wird.

Auf der Empfängerseite eines digitalen Übertragungssystems verarbeitet der digitale Demodulator den im Kanal (ev. verändert) übertragenen Signalwert und ordnet jedem Signalwert eine einzelne Zahl zu, die eine Schätzung des übertragenen Datensymbols (z.B. binär) darstellt.

- Nach Empfang eines Signals im Empfänger muß der Demodulator entscheiden, welcher der M möglichen Signalwerte gesendet wurde. Diese Entscheidung wird in einem Entscheider (Slicer) durchgeführt, wobei die Entscheidung mit minimaler Fehlerwahrscheinlichkeit getroffen werden sollte. Dieser Entscheider ordnet einen (meist aufbereiteten) Empfangswert einem der M möglichen Symbolwerte zu.
- 15 Wenn beispielsweise eine binäre Modulation verwendet wird, muß der Demodulator bei der Verarbeitung jedes empfangenen Signals entscheiden, ob es sich bei dem übertragenen Bit um eine Null oder eine Eins handelt. In diesem Fall führt der Demodulator eine binäre Entscheidung aus. Alternativ kann der
- 20 Demodulator auch eine ternäre Entscheidung ausführen, wobei sich der Demodulator für "Null", "Eins" oder "keine Entscheidung" in Abhängigkeit von der Qualität des empfangenen Signals entscheidet.
- 25 Der Entscheidungsprozeß eines Demodulators kann als Quantisierung angesehen werden, bei der binäre und ternäre Entscheidungen Spezialfälle einer Demodulation sind, die Q-Pegel quantisiert, wobei  $Q \geq 2$  ist. Im allgemeinen verwenden digitale Kommunikationssysteme eine höhenwertige Modulation,
- 30 wobei  $m = 0, 1 \dots M-1$  die M-möglichen übertragenen Symbole darstellt.

Wenn die übertragene Information keine Redundanz enthält, muß der Demodulator in jedem vorgegebenen Zeitintervall entscheiden, welcher der M-Signalwerte übertragen wurde. Enthält die

übertragene Information dagegen Redundanz, so rekonstruiert der Demodulator die ursprüngliche Informationssequenz aufgrund des vom Kanalcodierer verwendeten Codes und der Redundanz der empfangenen Daten. Je nach den von den  
5 Anwendungen bestimmten Anforderungen erzeugt der Kanalcodierer Signalblöcke, die es dem Kanaldecodierer ermöglichen, entweder nur festzustellen, ob bestimmte Störungen aufgetreten sind (fehlererkennende Codierung) oder sogar durch Störungen verursachte Fehler (bis zu einer bestimmten  
10 Maximalzahl pro Signalblock) automatisch zu korrigieren (fehlerkorrigierende Codierung).

Ein Maß für die Zuverlässigkeit, mit der vom Sender zum Empfänger Nachrichten übertragen werden, stellt die Fehler-  
15 rate dar. Die Fehlerrate gibt an, mit welcher durchschnittlichen Wahrscheinlichkeit ein Bitfehler am Ausgang des Decoders auftritt. Die Bitfehlerrate (Bit Error Rate) gibt die Anzahl der am Empfänger auftretenden Fehlerbits geteilt durch die Gesamtzahl der empfangenen Bits pro  
20 Zeiteinheit an. Die Bitfehlerrate (oder Symbolfehlerrate wenn die Fehlerhäufigkeit von Symbolen beurteilt wird) ist das wichtigste Qualitätskriterium eines digitalen Übertragungssystems. Im allgemeinen hängt die Fehlerwahrscheinlichkeit von den Codeeigenschaften, der Art der zur Übertragung der  
25 Information über den Kanal verwendeten Signalwerte, der Sendeleistung, den Eigenschaften des Kanals, d.h., der Stärke des Rauschens, der Art der Störungen, usw., und dem Demodulations- und Decodierungsverfahren ab. Die Bedeutung der Bitfehlerrate für digitale Übertragungssysteme entspricht der  
30 des Signal-Rausch-Verhältnisses (SNR) analoger Übertragungssysteme.

Die Fehlerraten, mit denen Symbole am Ausgang des Demodulators bzw. Bits am Ausgang des Dekoders auftreten, sind von  
35 den Eigenschaften des Übertragungsmediums, d.h. des Übertra-

gungskanals, vom gewählten Modulations- und Codierschema und von der mittleren Leistung des Sendesignals abhängig. Zur Anpassung einer Übertragungsdatenrate an einen Übertragungskanal werden herkömmlicherweise die Übertragungseigenschaften des Übertragungskanals durch Übermittlung einer dem Empfänger bekannten Bit- bzw. Symbolsequenz festgestellt. Durch einen Soll-Ist-Vergleich läßt sich im Empfänger die Fehlerrate des Kanals ermitteln. Auf diese Weise kann die Güte der aktuellen Datenübertragung festgestellt werden. Nachteilig an diesem Verfahren ist jedoch, daß ausschließlich die Vermessung einer möglichen Kombination von Sendeleistung, Codier- und Modulationsverfahren ausgemessen werden kann. Damit nicht für jede mögliche Datenrate bzw. Sendeleistung eine eigene Messung durchgeführt werden muß, werden zum Auffinden einer optimalen Übertragungsdatenrate bzw. Sendeleistung in der Regel iterative Verfahren eingesetzt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren oder eine verbesserte Vorrichtung zur Anpassung der Übertragungsdatenrate oder/und der Sendeleistung an den Übertragungskanal zu schaffen.

Diese Aufgabe wird für eine Vorrichtung mit der technischen Lehre der Patentansprüche 1 und 9 und für ein Verfahren mit der technischen Lehre der Patentansprüche 10 und 17 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Erfindungsgemäß wird eine Übertragungsdatenrate oder eine Sendeleistung in Abhängigkeit von dem gemessenen Signal-Stör-Abstand des Übertragungskanals eingestellt. Mit der Ausmessung der Übertragungsqualität, insbesondere des Signal-Stör-Abstandes, des Übertragungskanals kann der maximal mögliche Datendurchsatz ermittelt und dementsprechend eine Übertra-

gungsdatenrate festgelegt oder die Sendeleistung in Abhängigkeit von der verwendeten Übertragungsdatenrate minimiert werden.

- 5 Auf diese Weise kann unabhängig von einem gewählten Codierverfahren die Übertragungssequenz aus Modulator-Übertragungs-  
kanal-Demodulator "Online" (d.h. während der Datenübertra-  
gung) ausgemessen werden und die Sendeleistung oder/und das  
Codierv Verfahren in Abhängigkeit von der erforderlichen Daten-  
10 Übertragungsrate so eingestellt werden, daß eine vorgegebene  
Bit- bzw. Symbolfehlerrate gewährleistet wird. Die Messung  
des Signal-Stör-Abstandes ist die Voraussetzung, um ein  
Codierv Verfahren so festzulegen, daß für eine maximal tole-  
rierbare Fehlerrate der maximal mögliche Datendurchsatz  
15 gefunden werden kann und um für eine festgelegte Übertra-  
gungsrate die minimale Sendeleistung so festzulegen, daß eine  
maximal tolerierbare Fehlerrate nicht überschritten wird.  
Vorteilhaft ist insbesondere, daß für das Auffinden eines  
Codierv Verfahrens, das bezogen auf den aktuellen Übertragungs-  
20 kanal und das eingesetzte Modulationsverfahren die maximal  
mögliche Übertragungsrate erlaubt, eine einzige Messung aus-  
reichend ist, wohingegen herkömmlicherweise jede mögliche  
Kombination von Sendeleistung, Codier- und Modulationsverfah-  
ren vermessen werden muß. Daraus folgt, daß ein Wechsel der  
25 Datenrate unterbrechungsfrei möglich ist ("Soft-Switching"),  
solange das verwendete Modulationsschema beibehalten wird.

- Zusätzlich kann die Leistung des Senders an die erforderliche  
Übertragungsqualität angepaßt werden, indem in Abhängigkeit  
30 von einer Differenz zwischen gemessenem Signal-Stör-Abstand  
und erforderlichem Signal-Stör-Abstand die Sendeleistung  
angehoben bzw. abgesenkt wird. Auf diese Weise kann die Sen-  
deleistung basierend auf einer Messung des Signal-Stör-  
Abstandes optimal, d.h. geringstmögliche Sendeleistung bei  
35 gleichzeitiger Gewährleistung der Qualitätsanforderungen und



Einhaltung der geforderten Übertragungsrate an das gewählte Übertragungsverfahren und den existierenden Übertragungskanal angepaßt werden, d.h. minimiert werden. Die Stör-Emissionen werden so minimiert und gleichzeitig wird die Übertragungskapazität benachbarter Systeme, die auf dem gleichen Frequenzband arbeiten, erhöht.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachstehend anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

10

Fig. 1 den allgemeinen Aufbau eines Nachrichtenübertragungssystems,

Fig. 2 den Aufbau eines erfindungsgemäßen Übertragungssystems zur Anpassung der Datenrate und des Modulationsverfahrens an das Übertragungsmedium durch empfängerseitige Signal-Stör-Abstandsmessung,

Fig. 3 den Aufbau eines erfindungsgemäßen Übertragungssystems zur Anpassung der Übertragungsdatenrate, des Modulationsverfahrens und der Sendeleistung an das Übertragungsmedium durch empfängerseitige Signal-Stör-Abstandsmessung und

Fig. 4 ein Diagramm zur Veranschaulichung der "Power-Control" zur Einstellung einer Sendeleistung in Abhängigkeit von einer gemessenen und einer verwendeten Übertragungsqualität.

Bei der digitalen Informationsübertragung werden Informationen zwischen einer Nachrichtenquelle (Sender) und einem Empfänger über ein Übertragungsmedium übertragen. Eine solche Vorrichtung, die sich zwischen dem Sender und dem Empfänger befindet, wird im allgemeinen als Kanal bezeichnet.

35 Für die Übertragung werden die zu übertragenden Daten in

Codeworte umgewandelt, die den Übertragungseigenschaften des Nachrichtenkanals angepaßt sind, um die zu übertragenden Daten u.a. gegen Übertragungsfehler zu sichern.

5 Bei der Übertragung wird im Sender mittels einer umkehrbar  
eindeutigen funktionalen Zuordnung einer Bitsequenz ein  
Zeichen, das im allgemeinen als Symbol im Signalraum oder  
Kanalsymbol bezeichnet wird, zugeordnet. Dieses Symbol wird  
anschließend auf einen diesem Symbol zugeordneten Signalver-  
10 lauf (im folgenden als Signalwert bezeichnet) abgebildet. Die  
funktionale Zuordnung eines oder mehrerer Symbole zu einer  
Bitsequenz im Sender wird Codierung oder Mapping genannt, die  
Abbildung eines oder mehrerer solcher Symbole auf einen  
Signalwert wird Modulation genannt.

15

Die Umkehrung dieser Abbildungsreihenfolge findet im  
Empfänger statt. Während die Demodulation, d.h. die Zuordnung  
eines Empfangssignals zu einem Symbol aufgrund von Verzerrun-  
gen oder überlagerten Störungen des Kanals in der Regel nicht  
20 fehlerfrei durchgeführt werden kann, bereitet die Decodie-  
rung, d.h., die Überführung eines detektierten Symbols in die  
entsprechende Bitsequenz keine Probleme.

In Fig. 2 ist der Aufbau eines Übertragungssystems darge-  
25 stellt, das nach Bestimmung der Qualität des Übertragungska-  
nals eine gewünschte Datenrate einstellt. Eine digitale  
Information, insbesondere eine Bitsequenz 13, wird von einem  
Sender 10 über einen Übertragungskanal 11 zu einem Empfänger  
12 übertragen, der die empfangene digitale Information, ins-  
30 besondere die Bitsequenz 25, ausgibt. Der Kanal-Codierer 14  
des Senders 10 enthält einen digitalen Kanal-Codierer 50,  
einen Bit/Symbol Umsetzer 15 und einen Modulator 17. Der  
digitale Kanal-Codierer 50 fügt zum einlaufenden Bitstrom 13  
Redundanz hinzu. Der so gebildete codierte Bitstrom 51 wird  
35 im Bit/Symbol-Umsetzer 15 in eine Symbolsequenz 16 umgesetzt,

die ihrerseits durch einen Modulator 17 umkehrbar eindeutig auf einen Signalverlauf bzw. Signalwerte 18 abgebildet wird. Die Signalwerte 18 werden über den Übertragungskanal 11 zum Empfänger 12 übertragen.

5

Der Kanal-Decodierer 20 des Empfängers 12, der die empfangenen Signalwerte 19 in eine digitale Information 25 umsetzt, enthält als wesentliche Komponente einen Demodulator 55, einen Symbol/Bit-Umsetzer 24 und einen digitalen Kanal-Decodierer 52. Im Demodulator werden die empfangenen Signalwerte 19 zunächst von einer analogen und optionalen digitalen Signalverarbeitungs-Einheit, die z.B. einen Empfangsverstärker, eine A/D-Umsetzung und einen Entzerrer beinhalten könnte, aufbereitet. Die so aufbereiteten Signalwert 21 werden anschließend einem Entscheider bzw. Slicer 22 zugeführt, der jeden empfangenen Signalwert? 21 ein Symbol 23 zuordnet.

Der Symbol/Bit-Umsetzer 24 des Kanal-Decodierers 20 ordnet jedem detektierten Symbol bzw. jeder detektierten Symbolsequenz 23 gemäß dem gewählten Mapping-Verfahren eine codierte, digitale Information bzw. eine codierte Bitsequenz 53 zu, aus der mit Hilfe des digitalen Kanal-Decodierers 52 gemäß dem gewählten Codier-Verfahren die digitale Information bzw. der Bitstrom 25 abgeleitet wird.

Der Entscheider (Slicer) 22 ist ein grundsätzlicher Bestandteil jedes Demodulators. Ein solcher Entscheider ordnet einem in der Regel aufbereiteten Empfangswert das Symbol bzw. die Symbole zu, die am wahrscheinlichsten gesendet wurde. Da die Menge der Eingangswerte des Entscheiders aufgrund von Störungen oder Verzerrungen des Übertragungskanals in der Regel nicht den "gültigen" Signalwerten des Senders entspricht, d.h. den Signalwerten, die den zu sendenden Symbolen zugeordnet werden, kann aus dem Eingangssignal 21 und

35

dem Ausgangssignal 23 des Entscheiders der am Entscheidereingang anliegende Signal-Stör-Abstand 28 unabhängig vom eingesetzten Codier- und Mapping-Algorithmus ermittelt werden. Zu diesem Zweck weist ein erfindungsgemäßer Empfänger eine Einrichtung 27 zur Messung des Signal-Stör-Abstandes (signal-to-noise-ratio SNR) der über den Übertragungskanal 11 übertragenen Information auf.

Bei einer möglichen Ausführungsform einer Einrichtung zur Messung des Signal-Stör-Abstandes wird im Demodulator auf der Empfängerseite jedem detektierten Symbol wieder ein Signalwert 60 zugeordnet, den der Eingang des Entscheiders im Demodulator empfangen hätte, wenn der dem detektierten Symbol entsprechende Signalverlauf bzw. Signalwert unverfälscht übertragen worden wäre. Auf diese Weise wird ein den detektierten Symbolwerten entsprechendes hypothetisches Eingangssignal gebildet, das keine Signalwerte mit Kanalverzerrungen und -störungen enthält. Dieses Referenzsignal entspricht - solange der Entscheider keine falschen Symbole detektiert - somit dem ursprünglichen Signal auf der Senderseite. Durch Subtraktion dieses Referenzsignals vom aufbereiteten Empfänger-Signal 21 läßt sich das Störsignal gewinnen.

Die mittlere Leistung dieses so gebildeten Referenzsignals entspricht der mittleren Leistung des empfangenen, ungestörten Signalanteils. Die mittlere Leistung des am Entscheidereingang anliegenden Signals entspricht der Summenleistung von empfangenem Stör- und Signalanteil. Aus diesem wird mit Hilfe des zuvor berechneten ungestörten Signalanteils die Störleistung berechnet. Aus dem Verhältnis der mittleren Leistung des ungestörten Signalanteils zu der mittleren Leistung des Störanteils ergibt sich der Signal-Stör-Abstand (SNR) als Maß für die Übertragungsqualität des Übertragungskanals.

Mit einem solchen Verfahren wird vermieden, daß dem Empfänger eine bestimmte Sendefolge bekannt sein muß, wie es bei anderen herkömmlichen Verfahren notwendig ist. Zudem erfolgt die Ermittlung der Fehlerrate parallel zur Auswertung der übertragenen Symbole, also "online". Für die fortlaufende Messung der Übertragungsqualität ist daher eine periodische Einstreuung einer Meßsequenz in den zu übertragenden Datenstrom nicht mehr erforderlich. Auf diese Weise kann eine Reduktion der Nettodatenrate des Übertragungskanals vermieden werden.

Zur Gewährleistung einer großen statistischen Sicherheit muß ein herkömmliches Verfahren, das eine dem Sender und Empfänger bekannte Testsequenz verwendet, eine große Anzahl von Fehlern erfassen, in der Regel einige Hundert. Für die im allgemeinen geforderten, sehr niedrigen Bitfehlerraten von beispielsweise  $10^{-9}$  benötigen die herkömmlichen Verfahren sehr lange Meßzeiten, um eine entsprechende Anzahl von Fehlern zu detektieren. Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt dagegen die Auswertung des gemessenen Signal-Stör-Abstandes während der laufenden Übertragung zugrunde. Da für die Auswertung der mittleren Leistungen jedoch nur wesentlich kürzere Meßzeiten erforderlich sind als für die vergleichbare Auswertung des Symbol- bzw. Bitstromes läßt sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sehr viel schneller die Übertragungsqualität bestimmen.

Zwischen dem Signal-Stör-Abstand 28 (auch als Signal-Rausch-Verhältnis bezeichnet) und einer Symbolfehlerrate bzw. Bitfehlerrate besteht in Abhängigkeit von dem gewählten Codier- und Mapping-Verfahren immer ein eindeutiger funktionaler Zusammenhang. Der Signal-Stör-Abstand qualifiziert damit unabhängig vom gewählten Codier- bzw. Mapping-Verfahren die Übertragungseigenschaften des Kanals und des momentan gewählten Modulations- bzw. Demodulations-Verfahrens. Über eine

Ausmessung des Signal-Stör-Abstandes 28 eines Übertragungs-  
kanals 11 kann somit das Codier- bzw. das Mapping-Verfahren  
des aktuellen Modulations/Demodulations-Verfahrens so festge-  
legt werden, daß für eine gerade noch tolerierbare Fehlerrate  
5 ein gewünschter Datendurchsatz eingestellt werden kann. Zu  
diesem Zweck wird das ermittelte Signal-Rausch-Verhältnis 28  
einer Einrichtung 29 zur Ermittlung einer maximalen Übertra-  
gungsdatenrate 30 bzw. eines Codier- und Mapping-Verfahrens  
zugeleitet. Die Einrichtung 29 bestimmt in Abhängigkeit von  
10 dem vorzugsweise in Dezibel (dB) ermittelten Signal-Stör-  
Abstand 28 gemäß einem bekannten Zusammenhang ein Codier- und  
Mapping-Verfahren bzw. eine maximale Übertragungsdatenrate 30  
für das aktuelle Modulations- und Demodulations-Verfahren,  
die bei dem vorhandenen Signal-Stör-Abstand 28 einen maxima-  
15 len Datendurchsatz ermöglicht. Als Parameter der Umsetzungs-  
kennlinie der Einrichtung 29 können die maximal tolerierbare  
Fehlerrate 61 und das Modulations-Verfahren 62 auftreten. In  
Abhängigkeit von der gemessenen Übertragungsqualität 28 des  
Übertragungskanals 11, und in Abhängigkeit von dem aktuellen  
20 Modulations/Demodulations-Verfahren 62 und in Abhängigkeit  
von einer maximal zulässigen Fehlerrate bei der Übertragung  
der digitalen Information 61 kann auf diese Weise ein Codier-  
schema (Code 1, Code 2 ... Code 6) und Mapping-Schema (Map. 1  
... Map. 6) ausgewählt werden, das angesichts der tatsäch-  
25 lichen Verhältnisse einen maximalen Datendurchsatz für das  
aktuelle Modulations/Demodulations-Verfahren mit einer vorbe-  
stimmten Zuverlässigkeit ermöglicht.

Die Einrichtung 29 kann sowohl im Empfänger 12 als auch im  
30 Sender 10 angeordnet sein. In jedem Fall muß entweder der  
ermittelte Signal-Stör-Abstand 28 oder die ermittelte maxi-  
male Übertragungsdatenrate bzw. das ausgewählte Codier- und  
Mapping-Verfahren 30 über eine Datenverbindung 31 zum Sender  
übertragen werden.

Die Information über das Codier- und Mapping-Verfahren, mit dem für das aktuelle Modulations/Demodulations-Verfahren eine maximale Übertragungsdatenrate 30 erreicht werden kann, wird im Sender einer Steuereinrichtung 33 zugeführt. Diese Steuereinrichtung wählt aufgrund der maximal möglichen Datenübertragungsrate und der zur Übertragung digitaler Information 13 jeweils erforderlichen Datenübertragungsrate 32 eine tatsächlich verwendete Datenübertragungsrate 34 aus, die über ein festzulegendes Codier-, Mapping- und Modulations-Schema zu realisieren ist. Diese Information-Datenrate einerseits und/oder Codier-, Mapping- und Modulations-Verfahren andererseits - wird sowohl den korrespondierenden Komponenten des Kanalcodierers 14 des Senders 10, wie Codierer 50, Bit/Symbol Umsetzer 15 und Modulator 17, als auch über eine Datenverbindung 35 den korrespondierenden Komponenten des Kanaldecodierers 20 des Empfängers 12, wie Demodulierer 55, Symbol/Bit-Umsetzer 24 und Decodierer 52 zugeleitet.

Im folgenden wird der Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung beim Systemstart eines Übertragungssystems beschrieben. Das Einmessen eines Übertragungssystems wird sinnvollerweise mit der niedrigst möglichen Übertragungsdatenrate (auf das jeweilige Modulationsverfahren bezogen) und mit der maximal möglichen Sendeleistung durchgeführt. Auf diese Weise wird eine niedrige Symbolfehlerrate gewährleistet, die Voraussetzung für eine hohe Qualität einer empfängerseitigen Signal-Stör-Abstandsmessung ist. In diesem Fall weisen auch die allgemein eingesetzten adaptiven Verfahren zur Signalaufbereitung die kürzesten Einschwingzeiten auf und eine möglichst große Systemreichweite wird bezogen auf eine maximal zulässige Fehlerrate erreicht. Für die Festlegung des Codier- und Mapping-Verfahrens, das für den Übertragungskanal (und das momentan eingesetzte Modulationsverfahren) eine maximal mögliche Übertragungsdatenrate erlaubt, ist dann nur eine einzige Messung erforderlich.

Wenn die gewünschte Datenrate über unterschiedliche Modulationsverfahren ermöglicht werden soll, so muß für jedes mögliche Modulationsschema ein Meßvorgang durchgeführt werden.

- 5 Nachfolgend wird der Betrieb des erfindungsgemäßen Übertragungssystems während des Systembetriebs beschrieben. Vorteilhafterweise erfolgt die Ausmessung des Übertragungskanals "Online" basierend auf dem übertragenen Datenstrom. Eine Erniedrigung der Netto-Übertragungsdatenrate zur Realisierung
- 10 einer außerhalb der Nutzdaten erfolgenden Übertragungskanalvermessung ist deshalb nicht erforderlich. Die Ausmessung des Signal-Stör-Abstandes einer tatsächlich verwendeten Übertragungsdatenrate ist ausreichend, um die Übertragungsqualität auch mit Hilfe anderer Codier- bzw. Mapping-Vorschriften
- 15 realisierter Übertragungsdatenraten beurteilen zu können. Das System kann daher schon im voraus aufgrund der mit einer aktuellen Datenübertragungsrate durchgeführten Signal-Stör-Abstandsmessung die Übertragungseigenschaften auch anderer Übertragungsdatenraten beurteilen. Ein mehrmaliges iteratives
- 20 Ausmessen für verschiedene Übertragungsdatenraten ist insofern das Modulations-Verfahren nicht verändert wird, nicht mehr erforderlich.

- Solange eine Übertragungsdatenrate lediglich aufgrund einer
- 25 neuen Codiervorschrift bzw. Mapping-Vorschrift und nicht aufgrund eines veränderten Modulationsverfahrens geändert wird, bleiben auch die im Demodulator eingesetzten adaptiven Verfahren im eingeschwungenen Zustand. Ein Wechsel der Datenrate ist daher unterbrechungsfrei möglich ("Soft-Switching").
- 30 Wird die Anpassung der Datenrate allerdings über einen Wechsel des Modulationsschemas realisiert, so muß das System neu eingemessen werden und ein "Soft-Switching" ist nicht möglich.

- 35 In Fig. 2 ist eine Ausführungsform beschrieben, bei der durch



empfängerseitige Bestimmung des Signal-Stör-Abstandes die maximal mögliche Übertragungsdatenrate bestimmt und diese an die Sendeseite übermittelt wird, die ihrerseits basierend auf der erwünschten und auf der maximal möglichen Übertragungs-

5 datenrate eine tatsächlich verwendete Übertragungsdatenrate festlegt und an die entsprechenden Komponenten im Sender und Empfänger weitergibt. In Fig. 3 ist im Gegensatz dazu ein Ausführungsbeispiel beschrieben, das zusätzlich eine Regelung der Ausgangsleistung des Senders durchführt. Die Anpassung

10 der Sendeleistung an den Kanal und an das gewünschte Übertragungsverfahren wird im folgenden als "Power Control" bezeichnet. Soweit Fig. 3 dieselben Einrichtungen wie in Fig. 2 aufweist, sind diese mit denselben Bezugszeichen versehen. In dieser Ausführungsform findet die Auswertung der empfänger-

15 seitig ermittelten Übertragungs-qualität 28 des Übertragungskanals 11 auf der Senderseite statt. Der Sender weist dazu eine Einrichtung 41 auf, die wie die Einrichtung 29 der Fig. 2, ein Codierschema bzw. eine maximale Übertragungsdatenrate des Übertragungskanals 11 ermittelt.

20 Der Einrichtung 41 wird zusätzlich zu der vom Empfänger 12 ermittelten Übertragungsqualität 28, die über die Datenverbindung 40 an den Sender weitergeleitet wird, die zur Übertragung der digitalen Information 13 erforderliche Datenrate

25 32 zugeleitet. Aufgrund der zur Übertragung der jeweiligen digitalen Information 13 jeweils maximal zulässigen Fehler-rate wird ein Codier- bzw. Mapping- und Modulations-Verfahren mit einer tatsächlichen Übertragungsdatenrate 34 ausgewählt. Diese ausgewählte Übertragungsdatenrate 34 wird, wie in der

30 Ausführungsform, die anhand von Fig. 2 beschrieben ist, an den Kanalcodierer 14 und den Kanaldecodierer 20 weitergeleitet.

Die vom Modulator 14 erzeugten Signalwerte 44 werden im Sen-

35 der 10 zusätzlich an eine Einrichtung 43 zur Regelung der

Sendeleistung weitergeleitet. Das von der Einrichtung 43 erzeugte Signal 45 wird anschließend über den Übertragungskanal 11 übertragen. Von der Einrichtung 41 wird außerdem die zur Übertragung minimal erforderliche Sendeleistung ermittelt. Die ermittelte Sendeleistung wird über ein Sendeleistungssignal 42 dem Übertragungssignalverstärker 43 zugeführt.

In Abhängigkeit von der Differenz zwischen einer gemessenen Übertragungsqualität 46 des Übertragungskanals 11 und einer Übertragungsqualität 47, die dem ausgewählten Codier- bzw. Mapping- und Modulations-Verfahren (mit einer Übertragungsdatenrate 34 und mit einer bestimmten maximal zulässigen Fehlerrate) entspricht, wird eine Anpassung der Sendeleistung des Übertragungssignalverstärkers 43 bewirkt. Das heißt, wenn die ermittelte Übertragungs-signalqualität des Übertragungskanals 46 oberhalb der erforderlichen Übertragungsqualität 47 liegt, wird die Sendeleistung entsprechend vermindert. Liegt die erforderliche Übertragungsqualität 47 über der Übertragungsqualität des Senders, so muß die Sendeleistung erhöht werden.

In dieser zweiten Ausführungsform liefert also die Differenz aus gemessenem Signal-Stör-Abstand 46 und dem zur Realisierung einer bestimmten Übertragungsdatenrate notwendigen Signal-Stör-Abstand 47 ein Maß für die Anhebung bzw. Absenkung der momentanen Sendesignal-Leistung. Wenn die zur Realisierung einer bestimmten Übertragungsdatenrate notwendige Sendeleistung vom Sendemodul nicht erbracht werden kann, so kann das Übertragungssystem als Übertragungsdatenrate bestmöglichfalls die momentan maximal mögliche Übertragungsdatenrate realisieren.

Ein solches erfindungsgemäßes System zur Anpassung eines Übertragungssystems an den verwendeten Übertragungskanal

eignet sich insbesondere zur Verwendung mit der "asymmetric digital subscriber line"-Technologie. Diese sogenannte ADSL-Technologie macht ebenso wie andere XDSL-Technologien herkömmliche Kupfertelefonleitungen als Hochgeschwindigkeits-  
5 zubringer für datenintensive Anwendungen tauglich. Gleichzeitig bleibt die Verfügbarkeit der gewohnten Telefonsprachdienste auf derselben Leitung erhalten. Aufbauend auf der bereits vorhandenen Verkabelung stellen solche Technologien Datenraten zur Verfügung, die beispielsweise ISDN um ein  
10 Vielfaches übertreffen. Damit werden die Beschränkungen des bestehenden öffentlichen Informationsnetzwerkes aufgehoben, das sich bisher lediglich zur Übertragung von Sprache, Text und Graphiken mit niedriger Auflösung eignete. Mit solchen Technologien wird das herkömmliche Kupferkabeltelefonnetz zu  
15 einem leistungsfähigen System, das sich zur Übertragung von Multimediaminhalten an alle Haushalte eignet.

Durch die Verwendung der herkömmlichen Telefonleitungen wird jedoch ein hoher Rauschanteil in Kauf genommen, der umso  
20 größer wird, je größer die zu überbrückende Distanz ist. Die zu überbrückende Distanz solcher Technologien liegt im Mittel zwischen 500 m und 6 km.

Der Rauschanteil nimmt jedoch nicht nur mit zunehmender Länge sondern ebenso aufgrund von Übersprechen von benachbarten  
25 Leitungen zu. Mit Hilfe der erfindungsgemäßen adaptiven Ausmessung und Anpassung kann sich bei einem solchen Verfahren das Übertragungssystem automatisch der Qualität der vorhandenen Übertragungsleitung anpassen.

**Patentansprüche**

1. Vorrichtung zur Anpassung einer Übertragungsdatenrate an die Übertragungsqualität eines Übertragungskanal (11) mit  
5 einem Qualitätsmesser (27) zur Ermittlung der Übertragungsqualität (28) des Übertragungskanals (11) und  
einer Bestimmungseinrichtung (29) zur Bestimmung einer maximalen Übertragungsdatenrate des Übertragungskanals (11) in  
10 Abhängigkeit von der ermittelten Übertragungsqualität (28).
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Bestimmungseinrichtung (29) die maximale Übertragungsdatenrate (28) in Abhängigkeit von einer bestimmten maximal zulässigen Fehlerrate ermittelt.
- 20 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Bestimmungseinrichtung (29) zur Ermittlung der maximalen Übertragungsdatenrate (28) ein entsprechendes Codierverfahren oder Mappingverfahren bestimmt.
- 25 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Vorrichtung zusätzlich eine Auswahleinrichtung (33) zur Auswahl einer Übertragungsdatenrate (34) in Abhängigkeit  
30 von der von der Bestimmungseinrichtung (29) ermittelten maximalen Übertragungsdatenrate (30) und in Abhängigkeit von einer bestimmten angeforderten Übertragungsdatenrate (32) umfaßt.
- 35 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

d a d u r c h      g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Auswahleinrichtung (33) zur Auswahl der Übertragungs-  
datenrate (34) mit einer bestimmten maximal zulässigen  
Fehlerrate ein Codierverfahren und Mappingverfahren auswählt.

5

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
d a d u r c h      g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß

10    der Qualitätsmesser (27) die Übertragungsqualität (28)  
jeweils für verschiedene Modulationsverfahren ermittelt,

die Bestimmungseinrichtung (29) die maximale Übertragungsda-  
tenrate (30) für jedes der verschiedenen Modulationsverfahren  
15    bestimmt und

die Auswahleinrichtung (33) zusätzlich das verwendete Modula-  
tionsverfahren auswählt.

20    7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
d a d u r c h      g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß der Sender (10) zur Übertragung digitaler Information  
(13) über den Übertragungskanal (11) enthält:

25    eine digitale Kanal-Codiereinrichtung (50) zur Codierung der  
digitalen Information, einen Bit/Symbol-Umsetzer 15 zur Dar-  
stellung der digitalen Information (13) in Form von Symbolen  
(16) und

30    einen Modulator (17) zur Abbildung der Symbole (16) auf  
Signalwerte (18) zur Übertragung über den Übertragungskanal  
(11),

und daß der Empfänger (12) enthält:

einen Demodulator (55) zur Umwandlung empfangener Signalwerte (19) in detektierte Symbole (23) und

eine Symbol/Bitumsetzung (24) zur Umsetzung des empfangenen  
5 Symbolstroms (23) in einen codierten Bitstrom (53) und

eine Decodiereinrichtung (24) zur Darstellung der detektier-  
ten Symbole (23) als detektierte digitale Information (25).

10 8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß der Sender (10) zusätzlich umfaßt:

einen einstellbaren Übertragungssignalverstärker (43) und  
15

eine Steuereinrichtung (41) zur Anhebung oder Absenkung der  
Sendeleistung des Übertragungssignalverstärkers (43) in  
Abhängigkeit von einer Differenz zwischen der von dem Quali-  
tätsmesser (27) ermittelten Übertragungsqualität (46) des  
20 Übertragungskanals (11) und der Übertragungsqualität (47),  
die für die verwendete Übertragungsdatenrate (34) mit einer  
bestimmten maximal zulässigen Fehlerrate erforderlich ist.

9. Vorrichtung zur Anpassung der Sendeleistung für die Über-  
25 tragung digitaler Information (13) über einen Übertragungs-  
kanal (11) mit einem Qualitätsmesser (27) zur Ermittlung  
einer Übertragungsqualität (28) des Übertragungskanals (11),  
und

30 einer Steuereinrichtung (43) zur Anhebung oder Absenkung der  
Sendeleistung in Abhängigkeit von einer Differenz zwischen  
der von dem Qualitätsmesser (27) ermittelten Übertragungs-  
qualität (46) und einer Übertragungsqualität (47), die für  
eine zur Übertragung der digitalen Information (13) verwen-  
35 dete Übertragungsdatenrate (34) mit einer bestimmten maximal

zulässigen Fehlerrate erforderlich ist.

10. Verfahren zur Anpassung einer Übertragungsdatenrate für die Übertragung digitaler Information (13) über einen Übertragungskanal (11) an die Qualität des Übertragungskanals (11) mit folgenden Schritten:

Ermittlung der Übertragungsqualität (28) des Übertragungskanals (11) und

10

Bestimmung einer maximalen Übertragungsdatenrate (30) des Übertragungskanals (11) in Abhängigkeit von der ermittelten Übertragungsqualität und dem verwendeten Modulationsverfahren (28).

15

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die maximale Übertragungsdatenrate (32) zusätzlich in Abhängigkeit von einer bestimmten maximal zulässigen Fehlerrate (61) bestimmt wird.

20

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich eine Übertragungsdatenrate (34), ein Mappingalgorithmus und ein entsprechendes Codierverfahren in Abhängigkeit von der von der Bestimmungseinrichtung (29) ermittelten maximalen Übertragungsdatenrate (30) des Übertragungskanals (11) und in Abhängigkeit von einer angeforderten Übertragungsdatenrate (32) und maximal tolerierbaren Fehlerrate (61) ausgewählt wird.

30

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß

die Übertragungsqualität (28) jeweils für verschiedene Modulationsverfahren ermittelt wird,

für jedes Modulationsverfahren eine maximal mögliche Datenrate (30) des Übertragungskanals (11) bestimmt wird und

das zu verwendende Modulationsverfahren in Abhängigkeit von der für jedes Modulationsverfahren ermittelten maximalen Übertragungsdatenrate (30) ausgewählt wird.

10

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sendeleistung zur Übertragung der digitalen Information (13) über den Übertragungskanal (11) in Abhängigkeit von der Differenz zwischen der ermittelten Übertragungsqualität (46) des Übertragungskanals (11) und der Übertragungsqualität (47), die für die eingestellte Übertragungsdatenrate mit einer bestimmten maximal zulässigen Fehlerrate erforderlich ist, angehoben oder abgesenkt wird.

20

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß zur Übertragung der digitalen Information (13) die folgenden Schritte ausgeführt werden:

25

Darstellen der digitalen Information (13) in Form von Symbolen (16),

Abbilden der Symbole (16) auf Signalwerte (18),

30

Übertragung der Signalwerte (18) über den Übertragungskanal (11),

Empfangen der übertragenen Signalwerte (21),

35



Detektieren der empfangenen Signalwerte (21) und Abbilden der detektierten Signalwerte auf detektierte Symbole (23) und Umwandlung der detektierten Symbole (23) in eine detektierte digitale Information (25).

5

<sup>16</sup>  
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 16, <sup>-15</sup>  
dadurch gekennzeichnet,  
daß als Maß für die Übertragungsqualität (28) der Signal-  
Stör-Abstand bestimmt wird.

10

<sup>17</sup>  
18. Verfahren zur Anpassung einer Sendeleistung für die Über-  
tragung digitaler Information (13) über einem Übertragungskana-  
nal (11) an die Übertragungsqualität des Übertragungskanals  
(11) mit den folgenden Schritten:

15

Ermittlung des Signal-Stör-Abstands (46) des Übertragungs-  
kanals (11),

20

Anhebung oder Absenkung der Sendeleistung in Abhängigkeit von  
der Differenz zwischen dem ermittelten Signal-Stör-Abstand  
(46) des Übertragungskanals (11) und dem Signal-Stör-Abstand  
(47) der zur Übertragung der digitalen Information (13) ver-  
wendeten Übertragungsdatenrate (34).

## Zusammenfassung

Verfahren und Vorrichtung zur Anpassung einer Übertragungs-  
datenrate oder einer Sendeleistung an die Übertragungsquali-  
5 tät eines Übertragungskanals

Zur Anpassung einer Übertragungsdatenrate an einem vorhan-  
denen Übertragungskanal wird erfindungsgemäß die Sendelei-  
10 stung und/oder das Codierverfahren so ausgewählt, daß in  
Abhängigkeit von der Übertragungsqualität des Übertragungs-  
kanals eine maximal mögliche Übertragungsdatenrate bzw.  
minimale Sendeleistung verwendet werden kann.

15 FIG. 2

20

25

Fig. 1

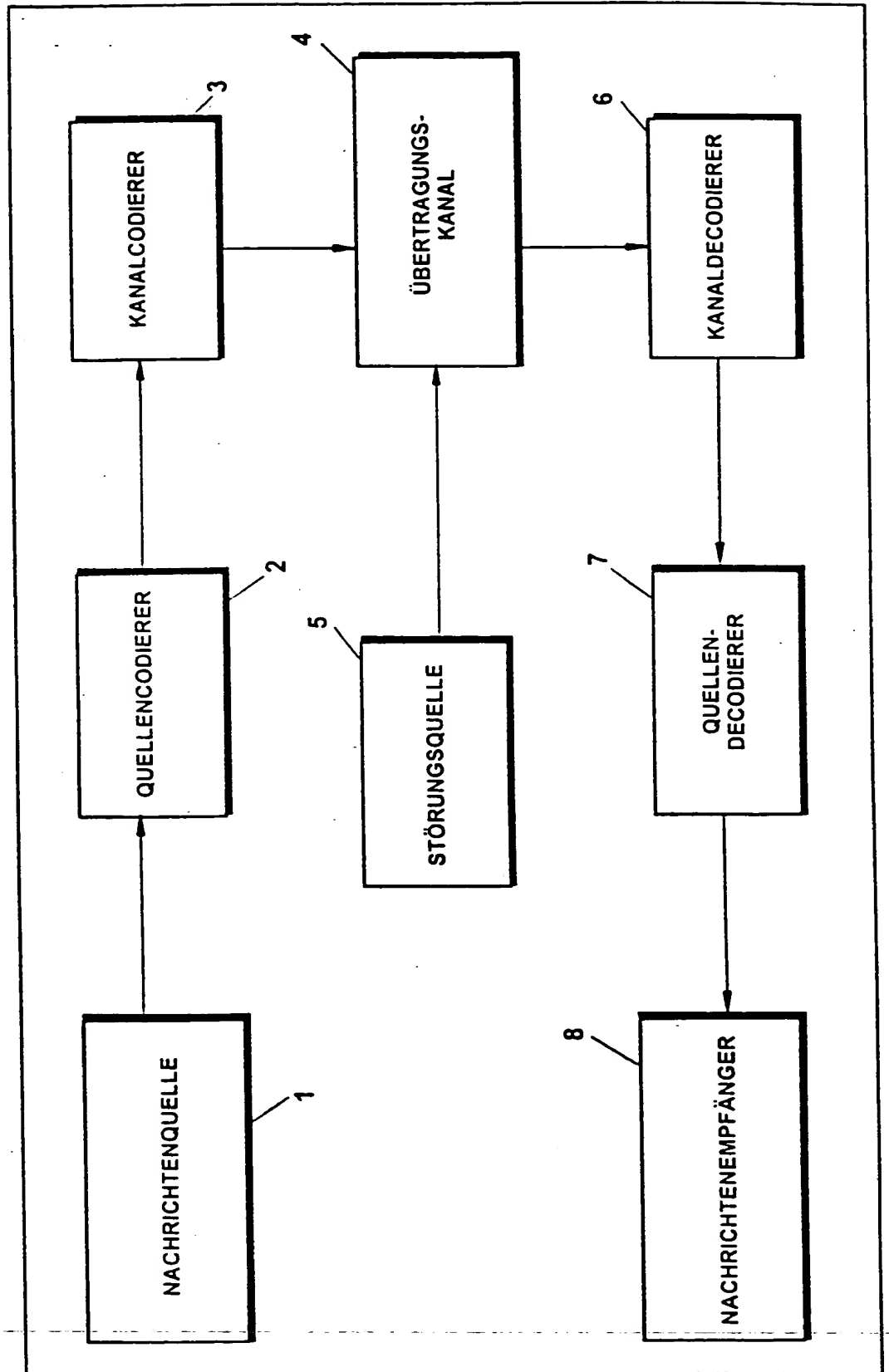


Fig. 2

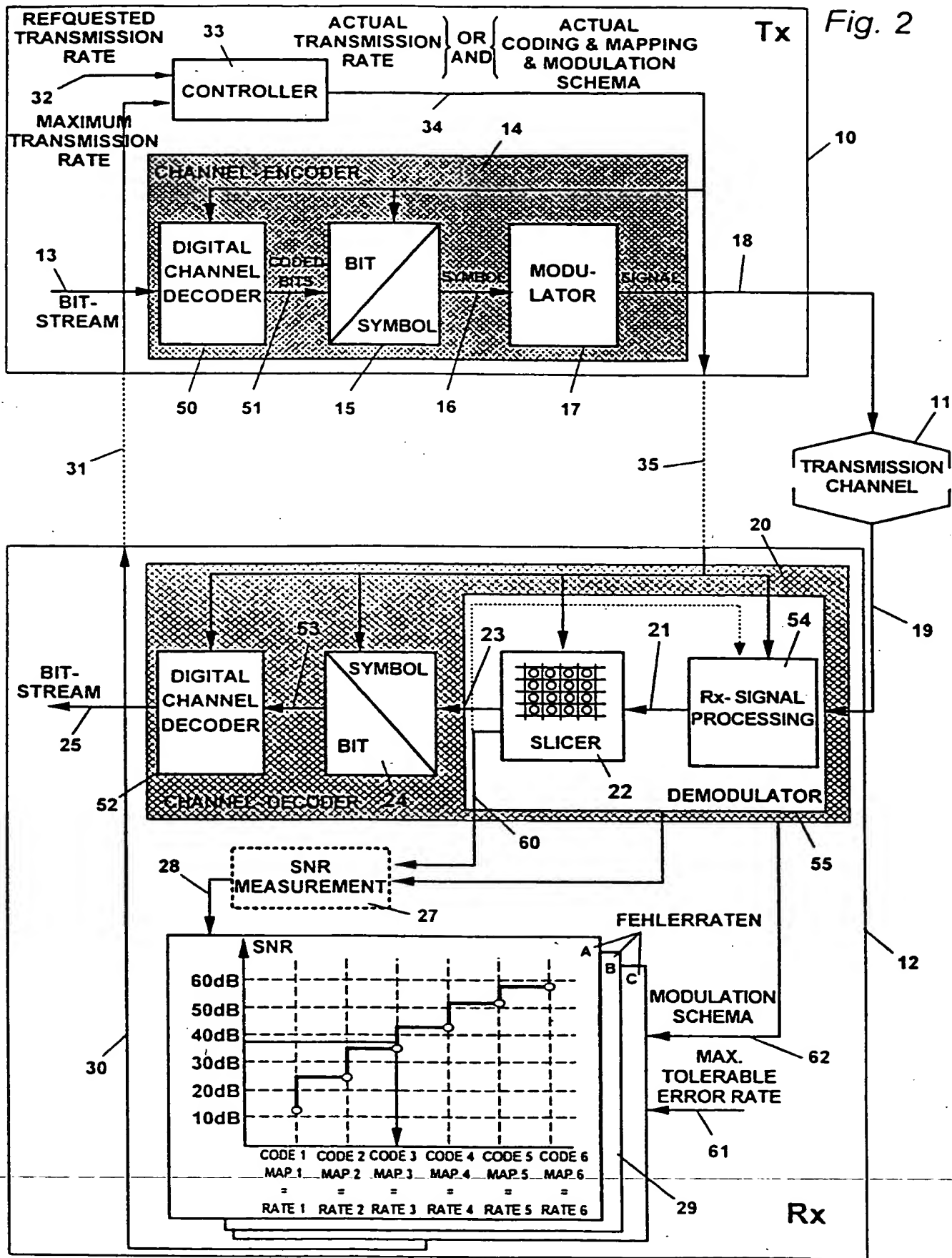
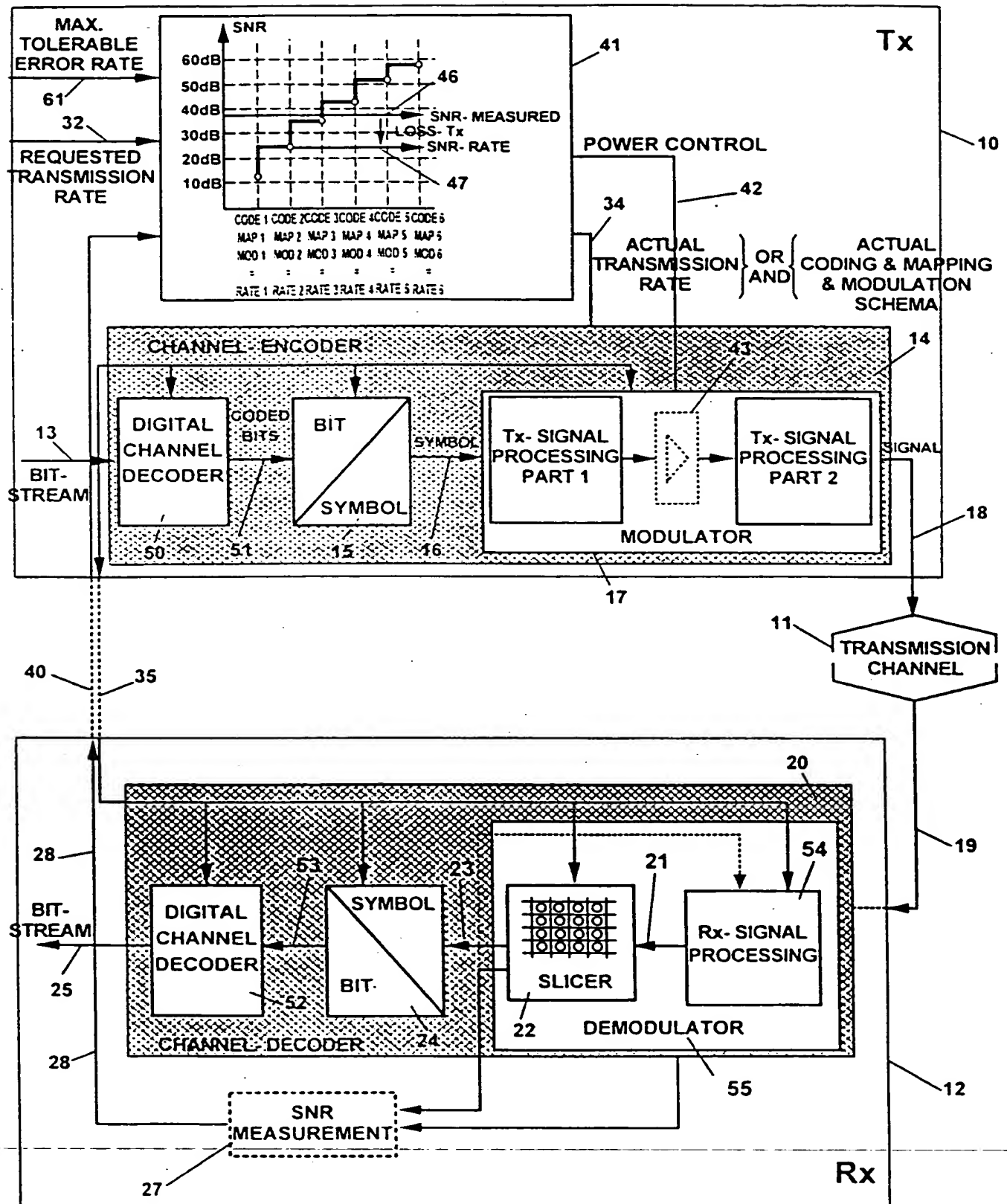


Fig. 3



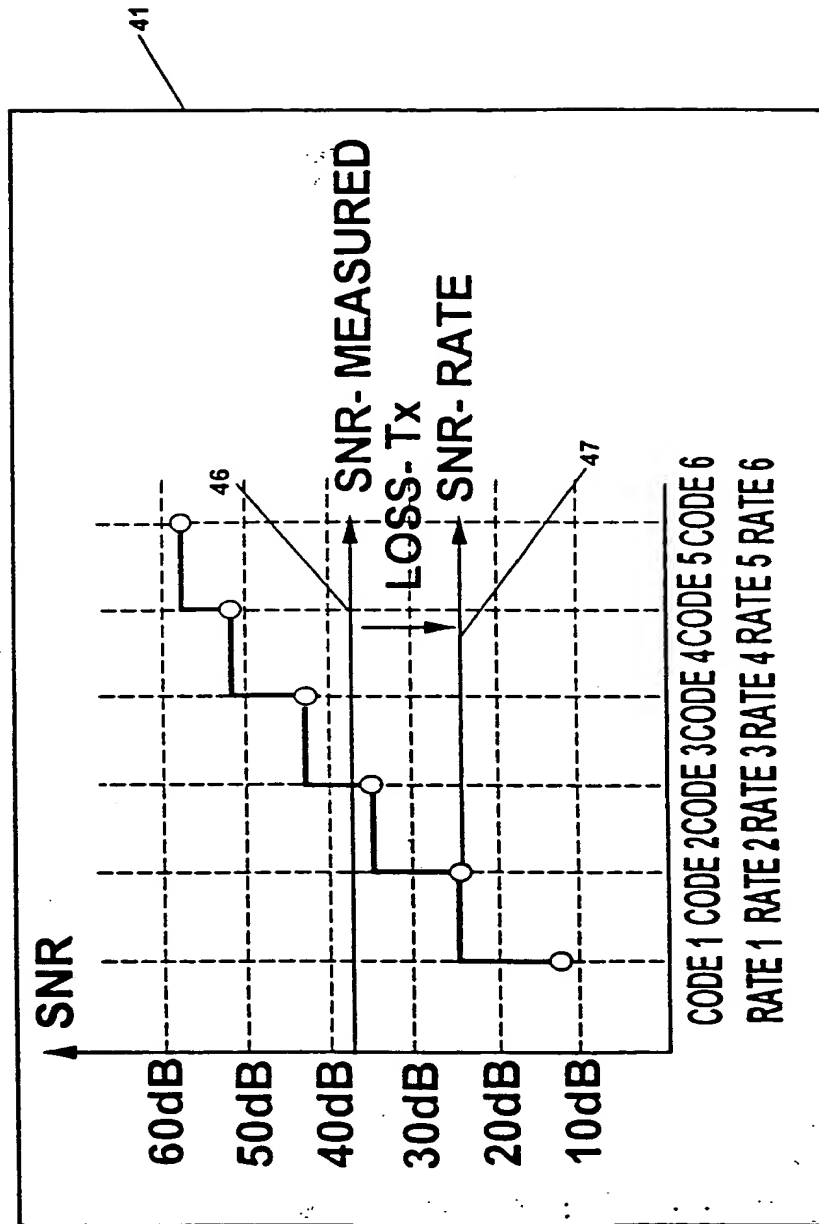


Fig. 4